

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-320802

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

B60L 3/06

(21)Application number : 2000-132806

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 01.05.2000

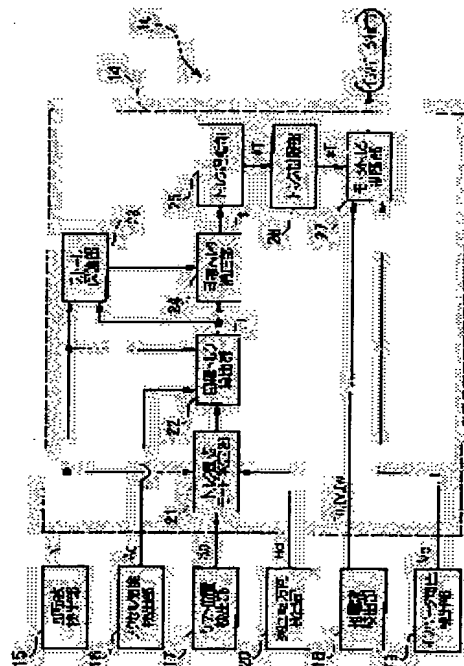
(72)Inventor : KIMURA KENICHIRO
YOSHIKAWA SHINJI

(54) DEVICE FOR CONTROLLING STALLING TORQUE OF MOTOR FOR DRIVING ELECTRIC VEHICLE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the capability of escaping from a stalling state while suppressing the local heat generation of power devices including a motor for driving an electric vehicle or an inverter.

SOLUTION: A searching value T_s of motor torque T_r is set in accordance with the opening of an accelerator A_c . When the searching value T_s is less than a second threshold torque T_{r2} , the value T_s is set to a target torque T_t . When the value T_s is more than the second threshold torque T_{r2} and located in a second torque range β , the target torque T_t is fixed to the second threshold torque T_{r2} . When the value T_s exceeds a third threshold torque T_{r3} , a timer starts counting to set the value T_s to the target torque T_t . A torque command $*T$ is set in such a way that an output torque T_{out} reaches the target torque T_t in steps gradually. When a given period of time elapses in the timer counting in the state that the output torque T_{out} is exceeding the second threshold torque T_{r2} , the target torque T_t is set to a given torque of less than the second threshold torque T_{r2} .



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.10.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

全項目

(19)【発行国】日本国特許庁(JP)
 (12)【公報種別】公開特許公報(A)
 (11)【公開番号】特開2001-320802(P2001-320802A)
 (43)【公開日】平成13年11月16日(2001. 11. 16)
 (54)【発明の名称】電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置
 (51)【国際特許分類第7版】

B60L 3/06

【FI】

B60L 3/06 C

【審査請求】未請求

【請求項の数】3

【出願形態】OL

【全頁数】9

(21)【出願番号】特願2000-132806(P2000-132806)

(22)【出願日】平成12年5月1日(2000. 5. 1)

(71)【出願人】

【識別番号】000005326

【氏名又は名称】本田技研工業株式会社

【住所又は居所】東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)【発明者】

【氏名】木村 顕一郎

【住所又は居所】埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(72)【発明者】

【氏名】吉川 慎司

【住所又は居所】埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

(74)【代理人】

【識別番号】100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】志賀 正武(外5名)

【テーマコード(参考)】

5H115

【Fターム(参考)】

5H115 PA01 PA08 PC06 PG04 PI16 PI18 PU10 PU11 PV09 PV23 QE04 QN03 QN12 QN27 RB22 SE01 SE03 TB01 T012 T013 T021 TO:

(57)【要約】

【課題】電気自動車走行用のモータやインバータ等の電力装置の局部発熱を抑制しつつ、ストール状態からの脱出能力を向上させる。

【解決手段】アクセル開度 A_c に応じてモータトルク T_r の検索値 T_s を設定する。検索値 T_s が第2閾トルク T_{r2} 未満の場合には検索値 T_s を目標トルク T_t に設定する。検索値 T_s が第2閾トルク T_{r2} 以上で第2トルク領域 β に位置している場合には目標トルク T_t を第2閾トルク T_{r2} に固定する。検索値 T_s が第3閾トルク T_{r3} を超えた場合にはタイマーの計数を開始し、検索値 T_s を目標トルク T_t に設定する。出力トルク T_{out} がステップ状に徐々に目標トルク T_t に至るようにトルク指令 $*T$ を設定する。出力トルク T_{out} が第2閾トルク T_{r2} を超えた状態で、タイマーのカウントが所定時間を経過した場合には、目標トルク T_t に第2閾トルク T_{r2} 以下の所定トルクを設定する。

【特許請求の範囲】

【請求項1】電気自動車走行用のモータを具備する車両に対して、前記モータの回転数に応じた前記車両の速度変化が所定値以下であるストール状態を検出するストール検出手段と、アクセル開度に基づいて要求トルクを設定する要求トルク設定手段と、前記モータの出力トルクに対する目標トルクを算出する目標トルク算出手段と、前記ストール検出手段にてストール状態と検出された場合であって、前記要求トルクが所定の第1トルク閾値以上かつ所定の第2トルク閾値以下の場合に、前記目標トルクに前記第1トルク閾値を設定し、前記要求トルクが前記所定の第2トルク閾値を超えた場合に、前記目標トルクに前記要求トルクを設定する目標トルク補正手段とを備えたことを特徴とする電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置。

【請求項2】前記目標トルク補正手段により前記目標トルクに前記要求トルクが設定された場合に、前記出力トルクが時間に関する所定の関数形に従って前記目標トルクに到達するように所定の遅延時間を設定するトルク遅延手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置。

【請求項3】前記出力トルクが前記所定の第1トルク閾値を超えた状態が所定時間以上継続した場合に、前記目標トルクに少なくとも前記所定の第1トルク閾値以下の所定トルクを設定するトルク制限手段を備えたことを特徴とする請求項1又は請求項2の何れかに記載の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置に係り、特に、ストール状態から脱出する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、例えば走行用モータとして、界磁に永久磁石を利用した永久磁石式3相交流モータ（通称、DCブラシレスモータとも言う）を搭載した電気自動車が、登坂路で車両が後退しない程度のモータトルクを与えて停止するような場合、すなわちモータトルクが付与されているにもかかわらず走行用モータがほぼ停止しているようなストール状態においては、特定相の巻線のみで電流が流れる状態になる。この場合、インバータを構成する半導体デバイス等からなる複数のスイッチング素子のうち、モータの特定相に対応するスイッチング素子のみが「オン」状態となり、このスイッチング素子を介してモータへ電流が供給される。このためモータの巻線と、インバータに電流を通電する際の発熱が、特定相の巻線と特定のスイッチング素子に集中してしまうという問題が生じる。このような問題に対して、例えば特開平7-336807号公報に開示された電気自動車の駆動制御装置のように、ストール状態が許容時間を超えて継続している場合には、走行用モータ及びインバータ等の電力回路保護のためにトルク低減処理を行うと共に、トルク指令の低減制御を行う際に車両の後退速度を制限する電気自動車の駆動制御装置が知られている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記従来技術の一例に係る電気自動車の駆動制御装置においては、ストール状態が許容時間を超えて継続する場合にトルク低減処理を行うだけであるから、車両の登坂能力を向上させるためには、例えばインバータを構成するスイッチング素子の容量や耐熱限度を増大させたり、インバータを冷却する冷却装置の性能を上げる必要がある。しかしながら、この場合は、装置が大型化してしまったり、装置の製作費用が高くなるという問題が生じる。また、モータへ供給する電流のピーク値を抑えれば、1つのスイッチング素子へ流れる最大電流は低くなり、スイッチング素子の発熱を低減させることができるが、これでは、モータへ供給される電流の実効値が低減して、所定の出力を得ることができなくなるという問題が生じる。本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、走行用のモータやインバータ等の電力装置の局部発熱を抑制しつつ、ストール状態からの脱出能力を向上させることが可能な電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置を提供することを目的とする。

【0004】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決して係る目的を達成するために、請求項1に記載の本発明の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置は、電気自動車走行用のモータ（例えば、後述する本実施形態でのモータ11）を具備する車両に対して、前記モータの回転数（例えば、後述する本実施形態での回転数N）に応じた前記車両の速度変化が所定値以下であるストール状態を検出するストール検出手段（例えば、後述する本実施形態でのトルク制御モード判定部21）と、アクセル開度（例えば、後述する本実施形態でのアクセル開度Ac）に基づいて要求トルク（例えば、後述する本実施形態でのモータトルクTrの検索値Ts）を設定する要求トルク設定手段（例えば、後述する本実施形態ではトルク制御モード判定部21が兼ねる）と、前記モータの出力トルク（例えば、後述する本実施形態での出力トルクTout）に対する目標トルク（例えば、後述する本実施形態での目標トルクTt）を算出する目標トルク算出手段（例えば、後述する本実施形態での目標トルク算出部22）と、前記ストール検出手段にてストール状態と検出された場合であって、前記要求トルクが所定の第1トルク閾値（例えば、後述する本実施形態での第2閾トルクTr2）以上かつ所定の第2トルク閾値（例えば、後述する本実施形態での第3閾トルクTr3）以下の場合に、前記目標トルクに前記第1トルク閾値を設定し、前記要求トルクが前記所定の第2トルク閾値を超えた場合に、前記目標トルクに前記要求トルクを設定する目標トルク補正手段（例えば、後述する本実施形態

での目標トルク補正部24)とを備えたことを特徴としている。

【0005】上記構成の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、例えば車両が上り坂での発進時にストール状態、つまりモータが回転できないまま特定相の巻線に通電し続ける状態となって、例えばモータを駆動するための交流電力を出力するインバータを構成する特定のパワーデバイスに電流が流れ続け、これらの、モータの特定相(巻線)及びパワーデバイスに局部発熱が生じる。そして、この発熱に対して、モータトルクに応じて、例えばインバータ等の電力装置が過熱状態に至らないようにストール許容時間が設定されている。ここで、例えばアクセル開度が増加傾向にある場合に、モータの出力トルクに対して設定される目標トルクに、アクセル開度に基づいて例えばマップ検索等によって算出される要求トルクを設定し続けると、ストール許容時間は徐々に短くなる。すると、ストール状態を脱出するために必要なモータトルクが得られるより前に、運転者のアクセル操作とアクセル開度に応じて要求トルクが設定されるまでの一連の処理に要する時間がストール許容時間を超過してしまい、例えばモータ巻線やインバータ等の電力装置が過熱状態となったり、或いは適宜の過熱保護の処理が作動して、例えば目標トルクが引き下げられてストール状態を脱出することができなくなったりする。

【0006】これに対して、要求トルクが所定の第1トルク閾値以上かつ所定の第2トルク閾値以下の場合には、目標トルクを第1トルク閾値に固定しておくことで、ストール許容時間が短くなることを防いで、インバータ等の電力装置が過熱状態となることを防ぎつつ、登坂時の停止状態(ヒルホールド状態)を維持することができる。そして、要求トルクが所定の第2トルク閾値を超えた場合には、この要求トルクを目標トルクに設定して、この要求トルクに対応するストール許容時間よりも相対的に短時間のうちに出力トルクが目標トルクに到達するように、いわば急激に大きなモータトルクを出力させる。そして、この時の出力トルクが、ストール状態を脱出するために必要なモータトルクを超えていれば、ストール状態を脱出することが可能であり、再び、電流が交番し始めて通電相が切り替わるため、電流が特定の相に集中することが防止され、局部発熱が生じることを抑制することができる。すなわち、例えばインバータ等の電力装置の耐熱性能や冷却性能等を増大させる場合に比べて、装置が大型化したり装置の製作費用が嵩むこと無しに、モータやインバータ等の電力装置が過熱状態になることを防止しつつ、ストール状態からの脱出能力を向上させることができる。

【0007】さらに、請求項2に記載の本発明の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置は、前記目標トルク補正手段により前記目標トルクに前記要求トルクが設定された場合に、前記出力トルクが時間に関する所定の関数形(例えば、後述する本実施形態でのステップ状)に従って前記目標トルクに到達するように所定の遅延時間を設定するトルク遅延手段(例えば、後述する本実施形態でのトルク遅延部25)を備えたことを特徴としている。

【0008】上記構成の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、例えばステップ状等の、時間に関する所定の関数形に従って出力トルクが目標トルクに到達するように設定されているため、車両の挙動に急激な変化が生じることを防止して、ドライバビリティを損なうこと無しにストール状態からの脱出能力を向上させることができる。

【0009】さらに、請求項3に記載の本発明の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置は、前記出力トルクが前記所定の第1トルク閾値を超えた状態が所定時間以上継続した場合に、前記目標トルクに少なくとも前記所定の第1トルク閾値以下の所定トルクを設定するトルク制限手段(例えば、後述する本実施形態でのトルク制限部26)を備えたことを特徴としている。

【0010】上記構成の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、出力トルクが所定の第1トルク閾値を超えた状態が所定時間以上継続した場合、すなわち相対的に短時間のうちに大きなモータトルクを出力させても、例えば登坂勾配が大きすぎたり、例えば縁石等によって、ストール状態から脱出できない場合には、目標トルクを引き下げて、モータやインバータ等の電力装置が過熱状態になることを防止する。

【0011】
【発明の実施の形態】以下、本発明の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置の一実施形態について添付図面を参照しながら説明する。図1は本発明の一実施形態に係る電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10の構成図であり、図2は図1に示すインバータの構成図であり、図3は図1に示す電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10の機能ブロック図である。本実施の形態による電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10は、例えば走行用モータとして電気自動車に搭載されたモータ11(永久磁石式3相交流モータ)を駆動制御するものであって、このモータ11は、例えば界磁として永久磁石を利用する永久磁石式の3相交流同期モータとされている。図1に示すように、電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10は、モータ11と、インバータ12と、電源13と、モータECU14とを備えて構成されている。

【0012】インバータ12は、例えばPWMインバータをなすものであって、IGBT等のスイッチング素子から構成されている。そして、インバータ12は、例えばバッテリーや燃料電池等からなる電源13から供給される直流電力を3相交流電力に変換してモータ11に供給する。例えば図2に示すように、インバータ12はIGBT等の6個のパワーデバイス U^+ 、 U^- 、 V^+ 、 V^- 、 W^+ 、 W^- が3アームのブリッジ接続されて構成されており、これらのパワーデバイス U^+ 、 U^- 、 V^+ 、 V^- 、 W^+ 、 W^- がゲート制御によりスイッチングされることによって、電源13から入力された直流電力からモータ11を駆動するための交流電力が得られている。なお、パワーデバイス U^+ 、 U^- 、 V^+ 、 V^- 、 W^+ 、 W^- のスイッチングを行うゲートには、所定の駆動パルスが印加されてスイッチングが制御されている。

【0013】これらのパワーデバイス U^+ , ..., W^- からなるインバータ12では、一方ののアームの正側のデバイスと、他方のアームの負側のデバイス(例えば、図2に示すパワーデバイス U^+ とパワーデバイス W^-)とを同時にONさせて、モータ11の3相巻線(U相、V相、W相)に電流を流す。さらに、モータ11に備えられた回転数検出部15から出力される回転数Nに基づいて、電流を流すアームを移動させてモータ11を回転させて駆動力を発生させる。

【0014】モータECU14はインバータ12の電力変換動作を制御しており、スイッチング指令として、U相及びV相及びW相の各交流電圧指令値をインバータ12に出力して、これらの各電圧指令値に応じたU相電流及びV相電流及びW相電流をインバータ12から永久磁石式交流モータ11の各相へと出力させる。このため、モータECU14には、モータ11に具備された回転数検出部15から出力される回転数Nの信号と、例えば運転者によるアクセルペダルの踏み込み操作量に関するアクセル開度 A_c を検出するアクセル開度検出部16からの信号と、シフトポジション S_p (例えばDレンジ、Rレンジ等)を検出するシフト位置検出部17からの信号と、インバータ12と永久磁石式交流モータ11との間で各相に供給される交流電流 I_u , I_v , I_w を検出する相電流検出部18から出力される信号と、電源13に備えられたインバータ電圧検出部19から出力される電源電圧 V_c の信号と、モータ11に具備された実回転方向検出部20から出力される実回転方向 R_d の信号とが入力されている。

【0015】図3に示すように、モータECU14は、トルク制御モード判定部21と、目標トルク算出部22と、ストール保護部23と、目標トルク補正部24と、トルク遅延部25と、トルク制限部26と、モータトルク制御部27とを備えて構成されている。

【0016】トルク制御モード判定部21は、回転数検出部15にて検出された回転数Nの信号及び、アクセル開度検出部16にて検出されたアクセル開度 A_c の信号及び、実回転方向検出部20にて検出された実回転方向 R_d の信号に基づいて、トルク制御モードの判定を行う。例えば、ストール時のトルク制御モードか、あるいは、ストール時以外の通常のトルク制御モードか否かを判定する。目標トルク算出部22は、トルク制御モード判定部21での判定結果及び、回転数N及び、アクセル開度 A_c の信号に基づいて、例えば所定のトルクマップをマップ検索して目標トルク T_t を算出する。

【0017】ストール保護部23は、後述するように、目標トルク算出部22にて算出された目標トルク T_t 及び、回転数Nに基づいてストール保護を行う。すなわち、例えばマップ検索により算出された目標トルク T_t が所定の閾トルクを超えて所定のトルク領域に入った場合には、目標トルク T_t としてマップ検索された値を設定せずに、所定の閾トルクを目標トルク T_t に設定するように指令する。目標トルク補正部24は、目標トルク算出部22にて算出された目標トルク T_t に対して、ストール保護部23からの指令に基づいて補正を行い、この補正された目標トルク T_t を、新たな目標トルク T_t として出力する。

【0018】トルク遅延部25は、モータ11に発生させる出力トルク T_{out} が、例えばステップ状等の所定の関数に従って目標トルク T_t に至るように、トルク指令 $*T$ に対して所定の遅延時間を設定する。トルク制限部26は、例えば所定時間に亘って所定値以上のトルクが出力された場合に、トルク指令 $*T$ を制限して出力トルク T_{out} が所定トルク以下になるようにする。モータトルク制御部27は、トルク指令 $*T$ に応じた電流指令値と、相電流検出部18にて検出された交流電流 I_u , I_v , I_w に関する電流測定値との偏差から、例えばPI動作等のフィードバック制御により、モータ11の各相に供給される相電圧に対する各電圧指令値を演算する。そして、これらの各電圧指令値が、例えばIGBT等のスイッチング素子からなるインバータ12にスイッチング指令(インバータ指令)として入力され、これらのスイッチング指令に応じてインバータ12からモータ11を駆動するための交流電力が出力される。

【0019】本実施の形態による電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10は上記構成を備えており、次に、この電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10の動作、特に、ストール時におけるトルク制御の処理について添付図面を参照しながら説明する。図4は電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10の動作を示すフローチャートであり、図5は図4に示すストール時トルク制御の処理を示すフローチャートであり、図6は運転者のアクセル操作に対するモータトルク T_r と車両の挙動とを示すグラフ図であり、図7はモータトルク T_r と、登降坂開始から所定時間後の車両の登降坂速度 V 及びストール許容時間 T_{limit} との関係を示すグラフ図である。

【0020】先ず、図4に示すステップS01においては、モータ11の回転数N及び実回転方向 R_d とアクセル開度 A_c に基づいて、ストール状態、つまりモータ11に対して所定値以上のトルク指令 $*T$ が付与されているにもかかわらず車両がほぼ停止している状態であるか否かを判定する。この判定結果が「NO」の場合には、ステップS02に進み、通常のトルク制御、例えば所定のトルクマップをマップ検索して目標トルク T_t を設定して、ステップS04に進む。

【0021】一方、ステップS01での判定結果が「YES」の場合には、後述するストール時のトルク制御を行い、ステップS04に進む。ステップS04においては、算出された目標トルク T_t をモータ11に発生させるためのトルク指令 $*T$ を出力して、一連の処理を終了する。

【0022】以下に、上述したステップS03における、ストール時のトルク制御の処理について添付図面を参照しながら説明する。先ず、上述したように、ステップS01においてストール状態であると判定された場合には、ステップS1に進み、例えばアクセル開度 A_c 等に基づき、所定のトルクマップをマップ検索してモータトルク T_r の検索値 T_s (例えば、図6に示す点線 T_s)を設定し、この検索値 T_s が所定の第2閾トルク T_{r2} 及び第3閾トルク T_{r3} によって設定される第2トルク領域 β (例えば、図6及び図7に示す領域 β 。ただし、 $T_{r2} < T_{r3}$)に位置するか否かを判定する。

この判定結果が「NO」の場合、つまりモータトルク T_r の検索値 T_s が、所定の第2閾トルク Tr_2 を超えない領域、例えば所定の第1閾トルク Tr_1 及び第2閾トルク Tr_2 で設定される第1トルク領域 α (例えば、図6及び図7に示す領域 α 。ただし、 $Tr_1 < Tr_2$)、或いは、所定の第3閾トルク Tr_3 を超える領域、例えば所定の第3閾トルク Tr_3 及び第4閾トルク Tr_4 で設定される第3トルク領域 γ (例えば、図6及び図7に示す領域 γ 。ただし、 $Tr_3 < Tr_4$)に位置する場合には、このモータトルク T_r の検索値 T_s を目標トルク T_t (例えば、図6に示す2点破線 T_t)に設定して、後述するステップS14に進む。

【0023】なお、各閾トルク Tr_1, \dots, Tr_4 及び各トルク領域 $Tr_\alpha, Tr_\beta, Tr_\gamma$ は、例えば図7に示すように、ストール許容時間 T_{limit} に基づいて設定されており、このストール許容時間 T_{limit} (図7に示す実線 T_{limit})は、ストール状態でのモータトルク T_r に応じて、モータ11やインバータ12等に発生する局部発熱が所定の許容範囲に留まり、過熱状態に至らないように設定された許容時間(ストールタフネス)である。そして、ストール許容時間 T_{limit} は、例えば所定の第2閾トルク Tr_2 以下のトルク領域では、所定の一定時間に設定されており、第2閾トルク Tr_2 を超えるトルク領域では、所定の関数形に従って徐々に短くなるように設定されている。

【0024】また、図7には、3つの異なる登坂勾配 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ ($\theta_1 < \theta_2 < \theta_3$)について、登降坂開始から所定時間後の登降坂速度 V と、モータトルク T_r との関係を示している。ここで、図7に示す点線 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ は、モータトルク T_r と降坂速度 V_d との変化を示しており、2点破線 $\theta_1, \theta_2, \theta_3$ は、モータトルク T_r と登坂速度 V_u との変化を示しており、例えば登坂勾配 θ_1 について、降坂速度 $V_d = 0$ でのモータトルク Tr_D と、登坂速度 $V_u = 0$ でのモータトルク Tr_U とに対して、 $Tr_D \leq Tr \leq Tr_U$ の領域がストール状態に相当している。例えば登坂勾配 θ_1 では、相対的に大きな登坂速度 V_u を得るのに必要とされるモータトルク T_r に対しても、相対的に長いストール許容時間 T_{limit} が設定されている。一方、例えば登坂勾配 θ_3 では、ストール状態を維持するのに必要とされるモータトルク T_r に対しても、相対的に短いストール許容時間 T_{limit} が設定されており、ゼロを超えるような登坂速度 V_u を得るために必要とされるモータトルク T_r に対しては、ストール許容時間 T_{limit} が極めて短くなる。

【0025】一方、ステップS11での判定結果が「YES」の場合、つまりモータトルク T_r の検索値が第2トルク領域 β に位置する場合には、目標トルク T_t に所定の第2閾トルク Tr_2 を設定して、ステップS14に進む。ステップS14においては、実際にモータ11に発生させる出力トルク T_{out} (例えば、図6に示す実線 T_{out})が、例えばステップ状等の所定の関数に従って徐々に目標トルク T_t に至るようにトルク指令 $*T$ を設定して遅延処理を行う。

【0026】そして、ステップS15においては、出力トルク T_{out} が所定の第2閾トルク Tr_2 よりも大きいかな否かを判定する。この判定結果が「NO」の場合には、ステップS16に進み、タイマーのカウントをリセットして、後述するステップS20以下の処理を行う。一方、ステップS15での判定結果が「YES」の場合には、ステップS17に進み、タイマーのカウントが所定時間以内かな否かを判定する。この判定結果が「YES」の場合には、ステップS18に進み、タイマーのカウントを継続して、後述するステップS20以下の処理を行う。一方、ステップS17での判定結果が「NO」の場合には、ステップS19に進み、目標トルク T_t に少なくとも第2閾トルク Tr_2 以下の所定トルクを設定して、ステップS20に進む。ステップS20においては、モータ11に目標トルク T_t を出力させるためのトルク指令 $*T$ を設定して、一連の処理を終了する。

【0027】すなわち、例えば図6に示すように、ある登坂勾配の坂道において、アクセル開度 Ac の増加に伴って、ずり下がり状態からストール状態を経由して登坂に至る過程において、先ず、アクセル開度 Ac の変化に同期するようにして、モータトルク T_r の検索値 T_s (図6に示す点線 T_s)が設定される。そして、この検索値 T_s が所定の第2閾トルク Tr_2 に等しくなるまでは、検索値 T_s を目標トルク T_t に設定して、モータ11に発生させる出力トルク T_{out} が目標トルク T_t に等しくなるようにトルク指令 $*T$ を設定する。

【0028】そして、検索値 T_s が所定の第2閾トルク Tr_2 を超えて第2トルク領域 β に位置している場合には、目標トルク T_t を所定の第2閾トルク Tr_2 に固定して、出力トルク T_{out} が第2閾トルク Tr_2 に等しくなるようにトルク指令 $*T$ を設定する。さらに、検索値 T_s が所定の第3閾トルク Tr_3 を超えた場合(図6に示す時刻 t_1)には、タイマーのカウントを開始すると共に、検索値 T_s を目標トルク T_t に設定する。ただし、この場合、出力トルク T_{out} が急激に目標トルク T_t に等しくなるようにはせず、例えばステップ状に徐々に目標トルク T_t に至るように、トルク指令 $*T$ を設定する。なお、出力トルク T_{out} が所定の第2閾トルク Tr_2 を超えた状態で、タイマーのカウントが所定時間を経過した後は、検索値 T_s に関わりなく、目標トルク T_t に少なくとも第2閾トルク Tr_2 以下の所定トルクを設定する。

【0029】上述したように、本実施の形態による電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置10によれば、例えばモータ11やインバータ12等に発生する局部発熱が所定の許容範囲に留まり、過熱状態に至らないように設定された所定のストール許容時間 T_{limit} が短くなるようなトルク領域であっても、このストール許容時間 T_{limit} を超過することなしに、ストール状態からの脱出能力を向上させることができる。すなわち、例えば図7に示す登坂勾配 θ_3 のように、ストール状態のトルク領域においてストール許容時間 T_{limit} が徐々に短くなっている場合であっても、モータトルク T_r の検索値 T_s が第2トルク領域 β に位置している間は、目標トルク T_t が第2閾トルク Tr_2 に固定されているため、ストール許容時間 T_{limit} が短くなることはなく、例えば車両の登坂に必要とされるモータトルク T_r に至るまでに時間がかかりすぎてストール許容時間 T_{limit} をオーバーしてしまい、モータ11やインバータ12等が過熱状

態になってしまったり、例えば適宜の保護処理により目標トルク T_t が引き下げられて登坂できなくなる等の不具合が発生することを防止することができる。これにより、例えばインバータ12の容量や耐熱性能及び冷却性能等を増大させる等によってストールタフネスを向上させる場合に比べて、装置が大型化したり装置の製作費用が嵩むこと無しに、ストール状態からの脱出能力を向上させることができる。

【0030】しかも、モータトルク T_r の検索値 T_s が所定の第3閾トルク T_{r3} を超えた場合には、目標トルク T_t を相対的に短時間のうちに検索値 T_s に設定するため、たとえ検索値 T_s に対するストール許容時間 T_{limit} が短い値であっても、確実にストール状態から脱出することができる。このため、例えば、常にモータトルク T_r の検索値 T_s を目標トルク T_t に設定して、出力トルク T_{out} が目標トルク T_t に等しくなるようにトルク指令 $*T$ を設定する場合に比べて、ストール状態からの脱出能力を向上させることができると共に、モータ11やインバータ12等に生じる局部発熱の発熱量を低減して、過熱状態になることを防止することができる。さらに、モータトルク T_r の検索値 T_s が所定の第3閾トルク T_{r3} を超えた状態で目標トルク T_t に検索値 T_s を設定した場合に、出力トルク T_{out} が、例えばステップ状等の所定の関数に従って徐々に目標トルク T_t に至るようにトルク指令 $*T$ を設定するため、車両の挙動に急激な変化が生じることを防止して、ドライバビリティを損なうこと無しに登坂能力を向上させることができる。

【0031】しかも、出力トルク T_{out} が所定の第2閾トルク T_{r2} を超えた状態で、タイマーのカウントが所定時間を経過した後は、検索値 T_s に関わりなく、目標トルク T_t に少なくとも第2閾トルク T_{r2} 以下の所定トルクを設定するため、例えば登坂不可能な登坂勾配であったり、縁石等によって、ストール許容時間 T_{limit} 以内にストール状態を脱出できない場合には、モータ11やインバータ12等が過熱状態になることを防止することができる。

【0032】なお、本実施の形態においては、ストール状態として、例えば登坂時に車両がほぼ停止している状態としたが、これに限定されず、モータ11が極めて低回転で回転している場合であっても良い。

【0033】
【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載の本発明の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、例えばインバータ等の電力装置の耐熱性能や冷却性能等を増大させる場合に比べて、装置が大型化したり装置の製作費用が嵩むこと無しに、モータやインバータ等の電力装置が過熱状態になることを防止しつつ、ストール状態からの脱出能力を向上させることができる。さらに、請求項2に記載の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、車両の挙動に急激な変化が生じることを防止して、ドライバビリティを損なうこと無しに、ストール状態からの脱出能力を向上させることができる。さらに、請求項3に記載の電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置によれば、ストール状態から脱出できない場合には、目標トルクを引き下げ、モータやインバータ等の電力装置が過熱状態になることを防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施形態に係る電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置の構成図である。

【図2】 図1に示すインバータの構成図である。

【図3】 図1に示す電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置の機能ブロック図である。

【図4】 図1に示す電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置の動作を示すフローチャートである。

【図5】 図4に示すストール時トルク制御の処理を示すフローチャートである。

【図6】 運転者のアクセル操作に対するモータトルク T_r と車両の挙動とを示すグラフ図である。

【図7】 モータトルク T_r と、登降坂開始から所定時間後の車両の登降坂速度 V 及びストール許容時間 T_{limit} との関係を示すグラフ図である。

【符号の説明】

10 電気自動車走行用モータのストールトルク制御装置

11 モータ(永久磁石式3相交流モータ)

21 トルク制御モード判定部(ストール検出手段、要求トルク設定手段)

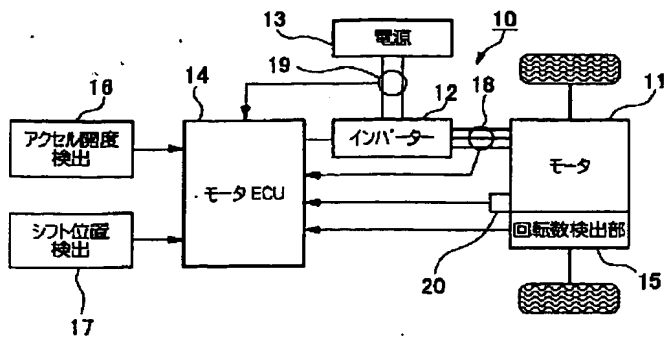
22 目標トルク算出部(目標トルク算出手段)

24 目標トルク補正部(目標トルク補正手段)

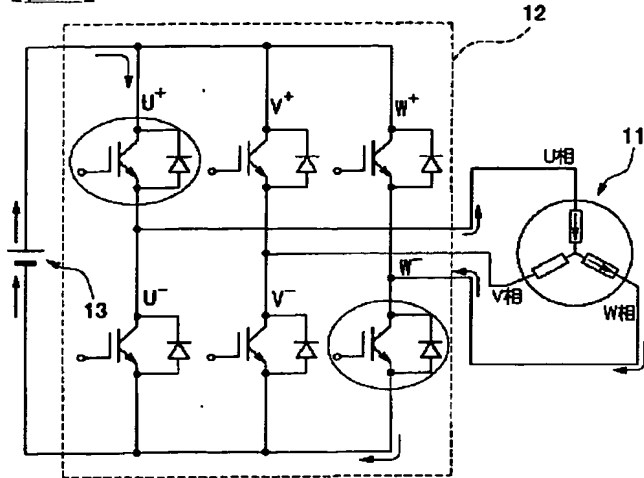
25 トルク遅延部(トルク遅延手段)

26 トルク制限部(トルク制限手段)

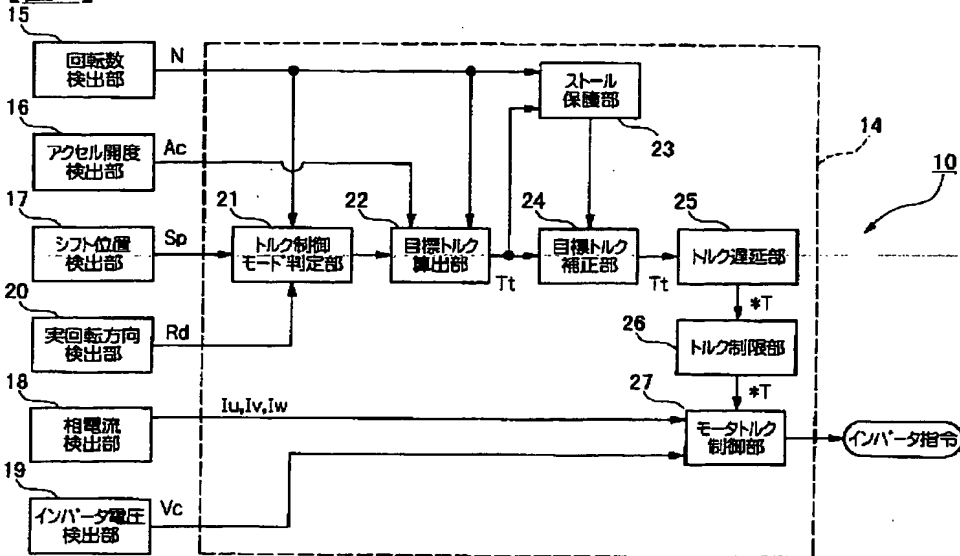
【図1】



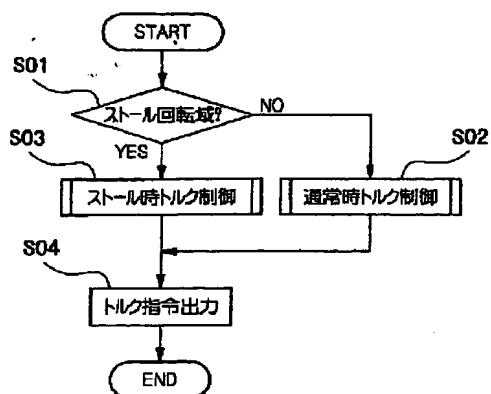
【図2】



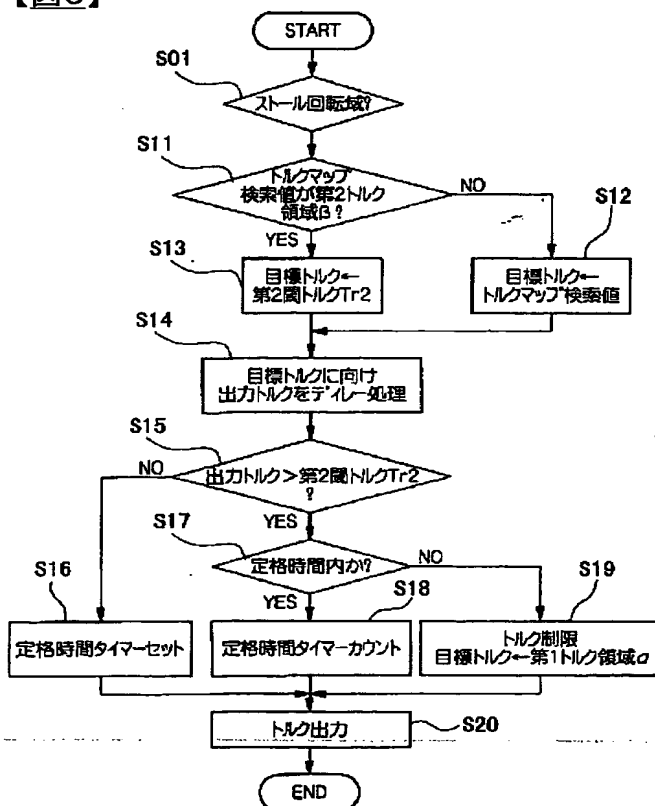
【図3】



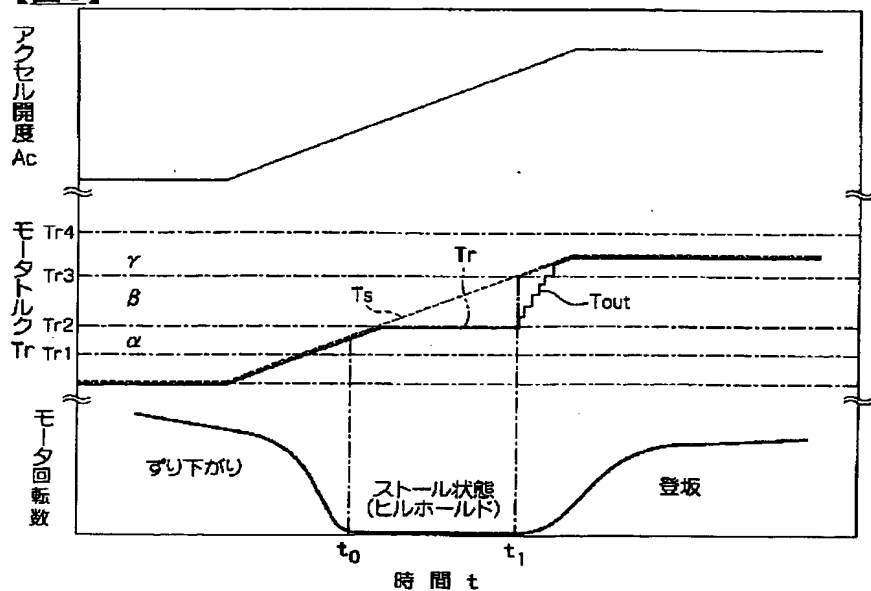
【図4】



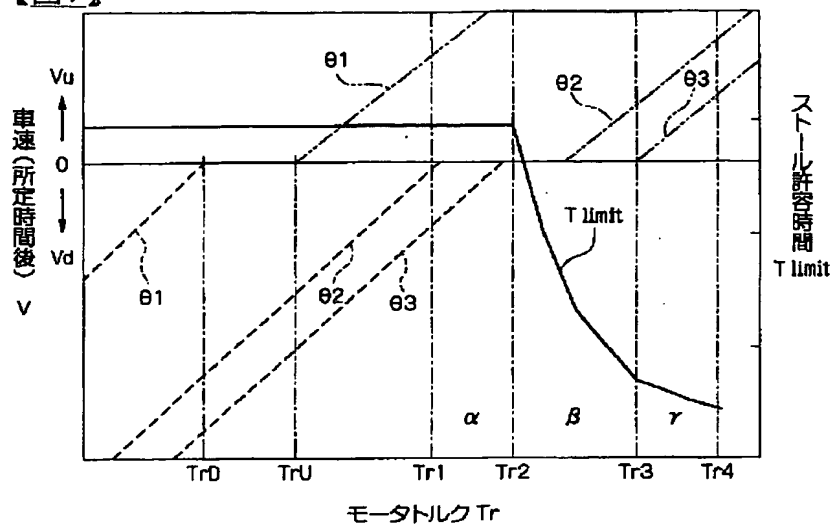
【図5】



【図6】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.